

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER-KIT*  
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC) UNTUK MEDIA  
PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI**

**(Studi Kasus : Jurusan Teknik Industri UMS)**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

**MUH KHASSIN KHULUQI**

**D600160090**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER-KIT*  
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* UNTUK MEDIA  
PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI  
(Studi Kasus : Jurusan Teknik Industri UMS)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

**MUH KHAJJIN KHULUQI**

**D600160090**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen

Pembimbing



**Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T.**

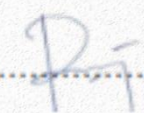
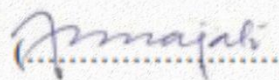
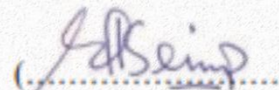


**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER-KIT***  
***PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* UNTUK MEDIA**  
**PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI**  
**(Studi Kasus : Jurusan Teknik Industri UMS)**



**OLEH**  
**MUH KHAJJIN KHULUQI**  
**D600160090**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**  
**Pada hari Jum'at, 7 Agustus 2020**  
**dan dinyatakan telah memenuhi syarat.**

**Dewan Penguji :**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T<br>(Ketua Dewan Penguji)               | (.....  .....) |
| 2. Munajat Tri Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.<br>(Anggota I Dewan Penguji) | (.....  .....) |
| 3. Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.<br>(Anggota II Dewan Penguji)       | (.....  .....) |

**Dekan,**

  
  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM**  
**NIK. 682**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 Agustus 2020

Penulis



**MUH KHASIIN KHULUQI**

**D600160090**

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER-KIT PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI**

**(Studi Kasus : Jurusan Teknik Industri UMS)**

## **ABSTRAK**

Dalam era globalisasi dewasa ini kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat, dimana peralatan-peralatan modern diciptakan untuk mempermudah dan mempercepat suatu proses kerja yang biasanya merujuk pada sistem otomatis pengontrolan otomatis atau sistem otomasi. Salah satu alat yang biasa digunakan yaitu *Programmable Logic Controller (PLC)*. Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki mata kuliah otomasi industri dengan sistem kontrol PLC yang sudah didukung dengan sistem kendali PLC merk LG GLOFA G7M yang dilengkapi *trainer-kit* dan *Software* monitor GMWIN. Namun ada beberapa kendala pada saat pengoperasian *trainer-kit* PLC dan *Software* nya. Hal itu merupakan faktor yang menjadikan peneliti mempunyai gagasan merancang dan membuat *trainer-kit* PLC baru dengan pendekatan *Reverse Engineering* yang ditekankan pada tahapan *Benchmarking*. Penelitian ini menghasilkan *trainer-kit* PLC dengan menggunakan CPU PLC OMRON CP1E N20DR dan Cx-Programmer sebagai *software* monitornya serta modul penggunaannya. *Trainer-kit* PLC baru (OMRON) dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri, sehingga kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

**Kata Kunci :** Perancangan Produk, PLC, Reverse Engineering, Benchmarking

## **ABSTRACT**

In the current era of globalization, the progress of science and technology is developing very rapidly, where modern equipment was created to simplify and speed up a work process that usually refers to an automatic controller system or an automated system. One of the tools commonly used is Programmable Logic Controller (PLC). The Industrial Engineering Department of the Muhammadiyah University of Surakarta has an industrial automation course with a PLC controller system that has been supported by the LG GLOFA G7M PLC controller system which is equipped with a trainer-kit and GMWIN monitor software. But there are some problems when operating the PLC and Software trainer-kit. That is a factor that makes researchers have the idea of designing and making a new PLC trainer-kit with a Reverse Engineering approach that is emphasized at the Benchmarking stage. This research produced a PLC trainer-kit using OMRON CP1E N20DR PLC CPU and Cx-Programmer as the monitor software and the usage module. The new PLC trainer kits (OMRON) are declared to be suitable for use as learning media for industrial automation systems, so that learning activities can run more effectively and efficiently.

**Keywords :** Product Design, PLC, Reverse Engineering, Benchmarking

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat, dimana peralatan modern diciptakan untuk mempermudah dan mempercepat suatu proses kerja. Untuk mempermudah proses kerja biasanya merujuk pada sistem otomatis pengontrolan otomatis atau sistem otomasi. Otomasi sendiri merupakan suatu teknologi yang erat kaitannya dengan aplikasi mekanik, elektronik, dan komputer didasarkan pada sistem untuk beroperasi dan mengendalikan produksi (Dewantara dan Kholil, 2017). Banyak pabrik menggunakan pengendali logika yang dapat diprogram untuk memangkas biaya produksi dan meningkatkan kualitas proses produksi (Erickson, 1996). Sistem otomasi pada dunia industri mulai berkembang pesat pada abad ke-20 an, dimana sebagian besar perusahaan yang bergerak diindustri manufaktur dituntut untuk dapat melakukan otomasi pada sistem produksi demi tercapainya aktivitas produksi yang aman dan efisien secara berkelanjutan. Salah satu alat yang biasa digunakan yaitu *Programmable Logic Controller*. *Program Logic Controller* (PLC) adalah sebuah peralatan *user friendly*, berbasiskan *microprocessor*, merupakan suatu komputer khusus yang berisi fungsi kontrol dari berbagai jenis dan level secara kompleksitas (Tokhtue, 2010). PLC telah menggantikan *Rewiring* (instalasi ulang) dari panel yang penuh kabel, *Relay*, *Timer*, dan komponen lainnya. Jadi PLC bisa membantu mengurangi waktu yang cukup rumit dan cukup lama, digantikan dengan cara *reprogram* yang lebih cepat. Beragam proses produksi seperti pengaturan, pengontrolan menggunakan sistem kontrol PLC dalam proses produksinya (Raharjo, 2018). Oleh karena itu sistem otomasi industri sangat diperlukan pada dunia manufaktur sekarang ini.

Perkembangan teknologi dalam dunia industri yang begitu pesat juga harus diiringi dengan perkembangan dunia pendidikan, sudah seharusnya dunia pendidikan menyelaraskan perkembangan teknologi yang ada dimasa sekarang ini. Salah satunya dengan meningkatkan mutu dan kualitas dalam proses belajar mengajar. Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta mempunyai mata kuliah otomasi industri yang sudah ditunjang dengan peralatan yang cukup mumpuni didukung dengan sistem kendali PLC (*Programmable Logic Controller*) (Fitriadi, Nugroho dan Basirun, 2020). dengan sistem kontrol PLC yang sudah didukung dengan sistem kendali PLC merk LG GLOFA G7M DR20U yang dilengkapi *trainer-kit* dan *Software* monitor GMWIN. *Trainer-kit* sendiri merupakan suatu alat peraga yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu dalam proses belajar mengajar yang lebih efektif dan efisien (Sudjana, 2009). Namun *Software* GMWIN 4.17 sudah kurang *support* dengan sistem operasi komputer yang digunakan (Windows 10) pada laboratorium teknik industri sehingga mengakibatkan aplikasi sering *crash* pada saat

digunakan. PLC merk LG GLOFA G7M-DR20U di lingkup perindustrian sekarang ini juga sudah jarang dipakai. Hal itu merupakan beberapa faktor yang menjadikan peneliti mempunyai gagasan untuk merancang dan membuat *trainer-kit* baru agar dalam proses belajar mengajar materi otomasi industri, khususnya tentang PLC dapat tersampaikan dengan baik, efektif dan efisien.

Perancangan produk baru adalah suatu hal yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk mempertahankan eksistensinya (Ginting, 2010). Perancangan produk baru dapat ditinjau dari dua sisi, yaitu produk baru yang benar-benar baru (hasil inovasi) dan produk baru yang merupakan hasil modifikasi (Ulrich, 2001).

Untuk langkah penelitiannya sendiri menggunakan pendekatan *Reverse Engineering* dan beberapa metode analisis tambahan seperti *Benchmarking* dan uji tingkatkelayakan sebagai langkah pengujian alatnya. *Reverse Engineering* adalah kegiatan analisa sebuah produk yang sudah ada digunakan sebagai acuan untuk mendesain sebuah produk baru dengan pengembangan pada komponen produk tertentu (Wibowo, 2006). *Reverse Engineering* umumnya melibatkan penggalian kerangka desain dan membangun atau mensintesis abstraksi yang kurang bergantung pada implementasinya sendiri (Chikofsky dan Cross, 1990). Sedangkan *Benchmarking* atau tolak ukur merupakan suatu proses mengidentifikasi “praktek terbaik” terhadap dua hal (dalam hal ini produk) dan prosesnya hingga menjadi suatu alternatif yang terbaik (Cooper, 1998). *Benchmarking* dapat dilakukan untuk proses produksi, produk, jasa maupun sistem dalam suatu organisasi (Praditya, 2019). Untuk PLC yang akan digunakan yaitu merk OMRON dengan seri CP1E N20DR karena paling direkomendasikan untuk pembelajaran sistem otomasi industri. PLC CP1E merupakan produk CPU PLC buatan OMRON yang memiliki *high cost performance* untuk mengurangi biaya lebih lanjut, karena didukung dengan CPU unit yang optimal dari tipe E-XX-S dengan model aplikasi tipe-N (Rahim, 2012). Hal ini juga didasarkan hasil dari *Focus Group Discussion* yang telah dilakukan peneliti dengan asisten otomasi 2019, alumni yang ahli dalam bidang elektrikal dan dosen pengampu.

## **2. METODE**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Reverse Engineering* yang ditekankan pada tahapan *benchmarking* untuk merancang desain baru *trainer-kit* PLC yang digunakan sebagai dasar pembuatan ataupun perakitan *trainer-kit* PLC. Berikut merupakan urutan tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini :

- a. Studi pendahuluan, digunakan sebagai acuan menjalankan penelitian. Studi pendahuluan dibagi menjadi dua bentuk yaitu studi literatur dan studi lapangan. Pada studi literatur



dilakukan dengan cara melakukan review jurnal dan buku yang terkait dengan sistem otomasi industri, *Reverse Engineering*, *Benchmarking*, serta PLC itu sendiri. Studi lapangan, dimana studi lapangan yang dilakukan terkait dengan *trainer-kit* PLC yang ada di laboratorium teknik elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Lalu *Focus Group Discussion* (FGD) diskusi kelompok terfokus yang memungkinkan dalam perancangan pengembang produk untuk mendapatkan kontak langsung dengan pengguna potensial produk (McDonagh-Philp & Bruseberg, 2000), dengan asisten otomasi 2019, dosen pengampu dan alumni yang sudah terjun didunia industri elektrikal yang dimaksudkan untuk mencari informasi dan masukan-masukan dalam perancangan dan pembuatan baik *trainer-kit* PLC, modul, *Software* dan alur pembelajaran otomasi industri.

- b. Kegiatan *Reverse Engineering*, *Reverse Engineering* merupakan proses dalam bidang *manufacturing* yang digunakan untuk mengevaluasi sebuah model yang sudah ada, dari segi desain, komponen, dan produk (Sunarno, 2013). Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan sebuah produk yang sudah ada digunakan sebagai acuan untuk mendesain sebuah produk baru. Ada beberapa langkah yang dilakukan, yaitu *Disassembling* dengan *breakdown trainer-kit* PLC lama (PLC GLOFA), *Assembling* merakit kembali *trainer-kit* PLC lama (PLC GLOFA) , *Benchmarking* dan Saran Ahli untuk desain perancangan *trainer-kit* baru. Lalu dianalisis sehingga menjadi desain perancangan untuk pembuatan dan perakitan alat atau produk *trainer-kit* baru.
- c. Pembuatan dan perakitan alat *trainer-kit* PLC berdasarkan desain perancangan yang dilakukan pada tahapan-tahapan sebelumnya.
- d. Pengujian alat *trainer-kit* PLC untuk mengetahui apakah alat sudah dapat bekerja sesuai rancangan yang dibuat atau masih perlu perbaikan . Ada 2 jenis pengujian, yaitu pengujian fungsi alat dan pengujian *appearance* alat.
- e. Analisa alat *trainer-kit* PLC. Setelah dilakukan semua langkah sebelumnya dilakukan analisis terhadap pengujian alat tersebut sebelum *trainer-kit* baru siap digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri Teknik Industri UMS.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 *Focus Group Discussion* (FGD)**

Pada tahap ini dimaksudkan untuk menggali informasi, menerima masukan dan saran dari para asisten otomasi industri 2019, dosen pengampu, asisten otomasi industri 2018 dan asisten teknik elektro 2018 dalam perancangan, pengembangan dan pembuatan baik *trainer-kit* PLC, modul, *Software* dan alur pembelajaran otomasi industri. Didapatkan kesimpulan inti dari diskusi sebagai berikut :



- Media pembelajaran *trainer-kit* PLC laboratorium industri perlu diperbarui karena PLC yang digunakan (PLC GLOFA) sudah jarang dipakai didunia industri, sehingga sudah tidak relevan lagi.
- Diharapkan perancangan dan pembuatan *trainer-kit* sesuai dengan alur penelitian yang dilakukan.
- PLC merk OMRON lumayan banyak digunakan untuk sistem pembelajaran otomasi industri untuk pemula, penamaan komponen *ladder* lebih detail namun sederhana.

### 3.2 Kegiatan *Reverse Engineering*

Tahap ini merupakan tahapan awal dalam melakukan pengembangan dan perancangan desain produk baru *trainer-kit* PLC. Langkah dan prosedur yang digunakan sebagai berikut:

#### a. Disassembling Product

Tujuan tahapan ini untuk mengetahui prinsip kerja dan mengidentifikasi komponen apa saja yang digunakan serta *layout* seperti apa khususnya pada kasus ini. Pada tahap ini peneliti melakukan breakdown *trainer-kit* PLC yang dimiliki laboratorium teknik industri yaitu *trainer-kit* PLC GLOFA CPM DR20U buatan Belco. Setelah dilakukanya pembongkaran produk didapatkan jenis-jenis komponen yang menjadi penyusun alat *trainer-kit* PLC LG Glofa memiliki rangkian beberapa *input/output*, pada kontrol PLC LG Glofa memiliki sebanyak 12 jalur *input* dan 8 jalur *output*. Selain itu juga terdapat *input* internal (saklar) dan eksternal yang berguna untuk memberi masukan data kepada PLC LG Glofa, dimensi *trainer-kit* sebesar 20 cm x 30 cm, komponen penyusun PLC LG Glofa semuanya dibuat dengan pabrikan dan harus di beli.

#### b. Assembling Product



Tujuannya dilakukan pengabungan kembali antara lain, untuk mengetahui dari konstruksi dari susunan alat *trainer-kit* PLC dan untuk mengetahui cara kerja dari komponen penyusun. Berdasarkan langkah pengabungan yang sudah dilakukan, bahwa proses pengabungan dirasa tidak terlalu susah, karena produk tersebut tersusun dengan sangat rapi dengan adanya penamaan pada setiap komponen dan semua part terbentuk sangat presisi. Tapi dalam penyusunan alat tersebut sangatlah hati-hati hal ini disebabkan karena dari komponen-komponen berukuran sangat kecil dan banyak jenis kabel yang berbeda-beda.

#### c. *Benchmarking* dan Saran Ahli

Pada tahap ini peneliti melakukan *Benchmarking* guna membandingkan komponen dan prinsip produk sejenis. Kemudian menentukan komponen yang ingin diadopsi untuk

perancangan dan pengembangan produk yang dilakukan oleh peneliti. Namun sebelum melakukan menentukan komponen apa saja yang akan diadopsi, dilakukan perbandingan dengan mencari kelebihan dan kelemahan dari tiap produk tersebut yang didapat dari studi yang dilakukan.

Tabel 1. *Benchmarking Trainer-kit*

Pengamatan	<i>Trainer-kit</i> PLC GLOFA G7M DR20U (Teknik Industri UMS)	<i>Trainer-kit</i> PLC OMRON CP1E N20DR (Teknik Elektro UMS)
Gambar		
PLC	LG GLOFA G7M DR20U	OMRON CP1E N20DR
Jumlah I/O	12 <i>Inputan</i> (I0.0.0 - I0.0.11) 8 <i>Outputan</i> (Q0.0.0 - Q0.0.7)	12 <i>Inputan</i> (I0.0.0 - I0.0.11) 8 <i>Outputan</i> (Q0.0.0 - Q0.0.7)
<i>Power Sup.</i>	220 V AC	220 V AC / 24 V DC
<i>Software</i>	GMWIN	CX-One, CX-Programmer
Bahasa	<i>Ladder Diagram</i>	<i>Ladder Diagram</i>
Bentuk	<i>Portable</i> (Koper)	<i>Board Modular</i>
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk <i>Trainer-kit</i> mudah dibawa (<i>Portable</i>)</li> <li>• Harga produksi trainer bentuk <i>portable</i> cenderung lebih murah</li> <li>• Penyedarhanaan dalam penamanaan keterangan komponen pada <i>trainer-kit</i></li> <li>• Harga PLC Glofa lebih murah</li> <li>• Tersedia <i>Fuse</i> sebagai sistem pengaman pada <i>power source</i></li> <li>• Terdapat selector untuk memilih sumber <i>input</i> dan <i>output</i> yang akan masuk atau keluar dari PLC.</li> <li>• Tersedia Volt meter untuk melihat <i>power</i> yang masuk pada <i>power source</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengan bentuk <i>board</i> pembelajaran lebih jelas karena <i>layout</i> antar komponen konektor lebih luas</li> <li>• Tersedia lampu indikator untuk simulasi program</li> <li>• Desain modular memudahkan pemasangan modul simulasi baru yang ingin dipasangkan pada borad</li> <li>• Tersedia banyak modul simulasi</li> <li>• Tersedia modul <i>converter</i> AC ke DC untuk <i>supply power</i> PLC ataupun modul simulasi</li> <li>• <i>Toggle switch</i>, push <i>button</i> sebagai simulasi <i>inputan</i></li> <li>• PLC merk Omron sering digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi karena mudah dalam perawatan</li> <li>• Tersedia <i>Fuse</i> sebagai sistem pengaman pada <i>power source</i></li> <li>• Tersedia modul blok simulasi magnetic relay dan thermal overload relay</li> <li>• Tersedia modul blok simulasi traffic lights</li> </ul>

Pengamatan	<i>Trainer-kit</i> PLC GLOFA G7M DR20U (Teknik Industri UMS)	<i>Trainer-kit</i> PLC OMRON CP1E N20DR (Teknik Elektro UMS)
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desain <i>layout</i> terlalu berhimpitan sehingga terkadang terjadi kendala pada saat <i>wiring</i></li> <li>• Tidak terdapat lampu indikator untuk simulasi</li> <li>• Tidak modular, sehingga untuk penambahan modul tidak dapat dilakukan</li> <li>• PLC Glofa jarang dipakai pada dunia industri manufaktur masa sekarang</li> <li>• Terdapat Volt meter yang sebenarnya tidak perlu karena sudah ada pengaman fuse</li> <li>• Tidak dijelaskan untuk COM <i>output</i> yang digunakan, hanya digabung</li> <li>• Lampu indikator <i>output</i> an kurang terpakai, karena dapat digantikan pada simulasi di software</li> <li>• <i>Toggle switch input</i> an kurang terpakai, karena dapat digantikan pada simulasi di software</li> <li>• Sulit saat maintenance jika terjadi kerusakan, karena tidak adanya data sheet atau wirediagram <i>trainer-kit</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keterangan penamaan komponen konektor terlalu spesifik, sehingga perlu pemahaman lebih mendalam</li> <li>• Bentuk <i>Board</i> modular sulit jika ingin dipindah-pindahkan dan juga teralu besar (Tidak <i>Portable</i>)</li> <li>• Untuk harga produksi <i>trainer-kit</i> cenderung lebih mahal karena <i>board</i> modular menggunakan rangka besi dan akrilik yang banyak untuk modulnya</li> <li>• Harga PLC Omron lebih mahal</li> <li>• Terdapat Modul blok yang tidak terpakai untuk pembelajaran sistem otomasi teknik industri</li> </ul>

Setelah dilakukan perbandingan dengan mencari kelebihan dan kelemahan dari tiap produk tersebut. Kemudian dilakukan menentukan komponen yang ingin diadopsi untuk perancangan dan pengembangan desain produk *trainer-kit* yang akan dibuat oleh peneliti. Saran Ahli disini diperlukan untuk menerima saran dari para ahli tentang rancangan alat dari data *benchmarking* sehingga menjadi desain rancangan yang matang. Berikut ini merupakan hasil dari *benchmarking* dan saran ahli.



Tabel 2. Hasil *Benchmarking* dan Saran Ahli

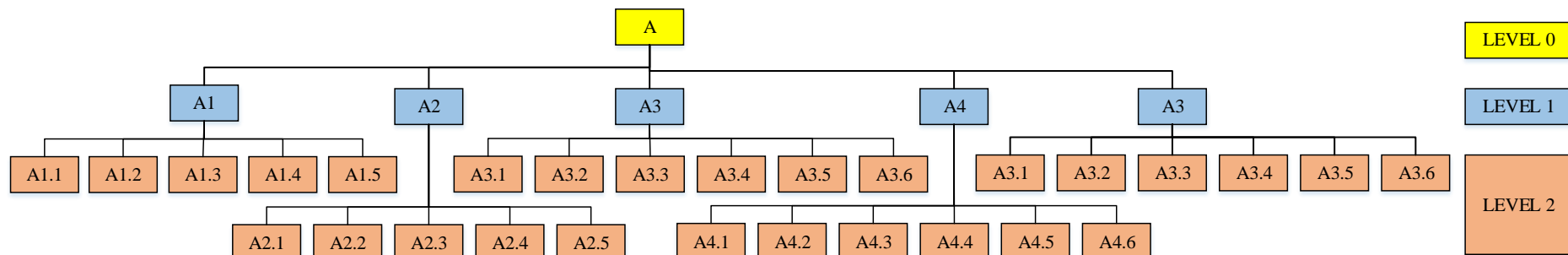
Pengamatan	Desain Produk Pengembangan	
Desain <i>Layout</i>	<p>Desain Penempatan per-Blok pada <i>Layout</i></p>	
PLC digunakan	OMRON CP1E N20DR	
<i>Software</i> digunakan	<i>Software</i> CX- Programmer/ Cx-One Version 9.1	
Bentuk	<i>Portable</i> ( Koper merk Krisbow)	
Saran Ahli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penambahan Simulator Traffic Light pada <i>trainer-kit</i></li> <li>• Pembuatan modul alur pembelajaran tetap sama</li> <li>• Penggunaan <i>Software</i> yang kompatibel dengan <i>Software</i> maupun <i>Hardware</i> yang dimiliki laboratorium teknik industri</li> <li>• Penggunaan terminal kabel untuk mempermudah maintenance alat</li> <li>• Penggunaan <i>converter</i> AC to DC tambahan sebagai sumber <i>power</i> komponen simulator</li> <li>• Kabel-kabel internal digabung dengan Zip-ties</li> </ul>	
Aspek yang diadopsi dari kedua produk <i>Benchmarking</i>	<i>Trainer-kit</i> PLC GLOFA G7M DR20U (Teknik Industri UMS)	<i>Trainer-kit</i> PLC OMRON CP1E N20DR (Teknik Elektro UMS)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengadopsi bentuk <i>trainer-kit portable</i> agar lebih mudah dipindahkan (dalam hal ini menggunakan koper).</li> <li>• Mengadopsi modul <i>inputan</i> dan <i>outputan</i> dibuat blok yang dipisah agar memudahkan dalam pemasangan kabel jack B dan memudahkan pembelajaran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengadopsi penggunaan PLC merk OMRON dalam alat ini khususnya CP1E N20DR karena CPU yang digunakan lebih baru, serta <i>input-output</i> sebanyak 20 (<i>input</i> 12, <i>output</i> 8) dirasa cukup untuk pembelajaran sistem otomasi industri tentang PLC.</li> <li>• Mengadopsi blok lampu indikator simulasi (Pilot Lamp, 24VDC Lamp, Buzzer Lamp) dan blok tombol</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengadopsi penyederhanaan penamaan pada blok <i>input</i> dan <i>output</i> agar memudahkan pemilihan konektor</li> <li>• Mengadopsi blok <i>power</i> 220 AC sebagai <i>input power</i> komponen <i>trainer-kit</i>.</li> <li>• Mengadopsi keluaran <i>power</i> 24 VDC untuk memudahkan pemberian sumber arus untuk blok simulasi</li> <li>• Mengadopsi pelabelan tiap kabel internal untuk memudahkan jika diperlukan <i>maintenance</i></li> </ul>	<p>simulasi (<i>Button Switch, Toggle Switch</i>) untuk simulasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengadopsi keluaran <i>power</i> 24 VDC dengan penggunaan <i>converter</i> untuk memudahkan pemberian sumber arus untuk blok simulasi.</li> <li>• Mengadopsi blok sensor proximity sebagai sarana simulasi dan menunjukkan cara kerja sensor.</li> <li>• Mengadopsi penempatan blok <i>input</i> di sebelah kiri PLC dan <i>output</i> sebelah kanan PLC untuk menghindari kabel bertumpukan.</li> <li>• Mengadopsi sistem pengaman Fuse untuk memutus arus ketika ada arus berlebih.</li> <li>• Mengadopsi panel yang lebih luas untuk membuat <i>layout</i> yang tidak berhimpitan untuk memudahkan saat <i>wiring</i>.</li> <li>• Mengadopsi penggunaan akrilik sebagai panel <i>trainer-kit</i>.</li> </ul>
--	---	--

### 3.3 Pembuatan dan Perakitan

Pada tahapan ini peneliti melakukan pembuatan dan perakitan produk atau alat *trainer-kit* PLC OMRON yang didasarkan pada tahap-tahap yang dilakukan sebelumnya, khususnya hasil dari tahapan *Benchmarking* dan beberapa saran dari ahli. Pembuatan alat atau produk dilakukan dengan membuat *Bill of Materials Structure* dari *trainer-kit* PLC OMRON terlebih dahulu. *Bill of Materials* disini merupakan daftar dari komponen - komponen yang digunakan dalam pembuatan *trainer-kit* PLC OMRON beserta definisi dari setiap komponennya yang ditunjukkan pada gambar 3.1 dan tabel 3.3 untuk keterangannya.

Setelah penyusunan *Bill of Materials*, lalu dilanjutkan dengan perakitan produk *trainer-kit* PLC OMRON yang dilakukan per blok modul sesuai urutan BOM Structure Level 1. Dimulai dengan blok modul PLC (*Input/Output*), lalu dilanjutkan blok modul Indicator Lamp & Button, Pilot Lamp & Buzzer Simulator, serta 24V DC Power Source. hal pertama yang dilakukan dengan membuat internal *wiring* diagram menggunakan *Software* VISIO dari Microsoft Office. Internal *wiring* diagram merupakan diagram yang menunjukkan alur kabel yang akan dirangkai pada komponen, dan memudahkan visualisasi dari peralatan serta komponen – komponen lainnya yang saling berhubungan atau tersambung sebagai suatu rangkaian. Lalu dilanjutkan dengan perakitan alat keseluruhan sesuai dengan BOM *structure* dan Internal *wiring* yang ada.



Gambar 3.1 *Bill of Materials Structure Trainer-kit PLC Baru (PLC OMRON)*

Tabel 3. *Bill of Materials*

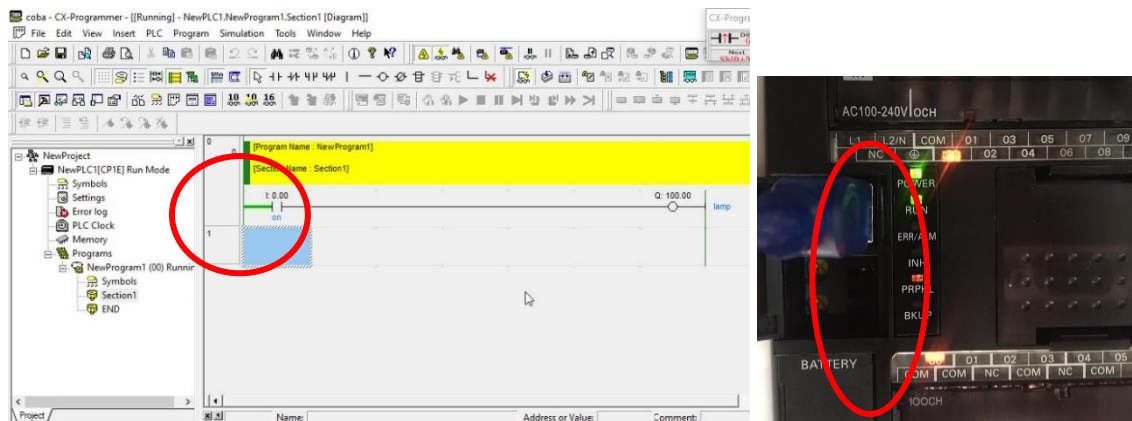
No. Part	Nama Part	Keterangan	Jumlah	No. Part	Nama Part	Keterangan	Jumlah
A	Trainer-kit PLC OMRON	Dirakit	1	A3.2	Pilot Lamp 24VDC 22mm Yellow	Dibeli	1
A1	PLC Input Output	Dirakit	1	A3.3	Pilot Lamp 24VDC 22mm Green	Dibeli	1
A2	Indicator Lamp & Button	Dirakit	1	A3.4	Buzzer Lamp 24VDC 22mm	Dibeli	1
A3	Pilot Lamp & Buzzer Sim.	Dirakit	1	A3.5	Proximity Inductor Mini Sensor	Dibeli	1
A4	24V DC Power Source	Dirakit	1	A3.6	Banana Pin Connector	Dibeli	11
A5	Panel Board	Dirakit	1	A4.1	220VAC Power Socket	Dibeli	1
A1.1	PLC OMRON CP1E N20R	Dibeli	1	A4.2	ON OFF Switch 12mm	Dibeli	1
A1.2	Banana Pin Connector	Dibeli	25	A4.3	Fuse	Dibeli	2
A1.3	Skun Y	Dibeli	75	A4.4	Pilot Lamp 24VDC 10mm	Dibeli	1
A1.4	Screw ½ Inch x 10mm	Dibeli	6	A4.5	Banana Pin Connector	Dibeli	4
A1.5	Paper Label	Dibuat	25	A4.6	Skun Y	Dibeli	14
A2.1	Pilot Lamp 24VDC 10mm	Dibeli	8	A5.1	Krisbow 45x32x15cm Hard Case	Dibeli	1
A2.2	Push Button 10mm	Dibeli	6	A5.2	Panel Akrilik Putih 40x30cm	Dibuat	1
A2.3	Toggle Switch 10mm	Dibeli	6	A5.3	Terminal Kabel	Dibeli	3
A2.4	Banana Pin Connector	Dibeli	10	A5.4	Converter AC to DC	Dibeli	1
A2.5	Skun Y	Dibeli	22	A5.5	Screw ½ Inch x 10mm	Dibeli	10
A3.1	Pilot Lamp 24VDC 22mm Red	Dibeli	1	A5.6	Banana Cable	Dibeli	15



### 3.4 Pengujian dan Analisis

#### 3.4.1 Pengujian dan Analisa Fungsi Alat *Trainer-kit* PLC Baru (PLCOMRON)

##### 1) Analisis Tes *Connecting Software* (Cx-Programmer) Dengan PLC



Gambar 2. Hasil Tes *Connecting Software* Cx-Programmer ke PLC

Pada gambar 2. diatas menunjukkan bahwa *trainer-kit* PLC berhasil terhubung ke *Software*-nya (Cx-Programmer) yang ditunjukkan tanda warna hijau pada *Ladder* dan tulisan “Connected to PLC”. Maka dapat dikatakan *trainer-kit* PLC OMRON lolos uji *Connecting Software* (Cx-Programmer).

##### 2) Analisis Sumber VDC Menggunakan Voltmeter

Pada pengujian yang dilakukan dengan mengkoneksikan *port* 24VDC dengan induktor pada voltmeter dan hasilnya menunjukkan bahwa sumber VDC *trainer-kit* PLC dapat mengalirkan 24 Volt DC *power* yang ditandai dengan jarum Voltmeter menunjuk ke angka 24 V ketika kabel induktor ditancapkan ke *port* sumber VDC. Maka dapat dikatakan *trainer-kit* PLC OMRON lolos uji Sumber VDC Menggunakan Voltmeter.

##### 3) Analisis *Input Output* Dengan *Software* (Cx-Programmer)

Pada pengujian ini dilakukan pengunggahan *Ladder* dari Cx-Programmer ke *trainer-kit* PLC dengan program sederhana. Hasilnya menunjukkan bahwa blok modul PLC (*Input/Output*) dapat berjalan sesuai perintah *Ladder*, seperti yang ditunjukkan ketika tombol ON (*input* 0.00) ditekan, lampu indikator 1 menyala dan ditunjukkan juga pada *Ladder* yang bewarna hijau pada Cx-Programmer. Maka dapat dikatakan *trainer-kit* PLC OMRON lolos uji *Input Output* Dengan *Software* (Cx-Programmer).

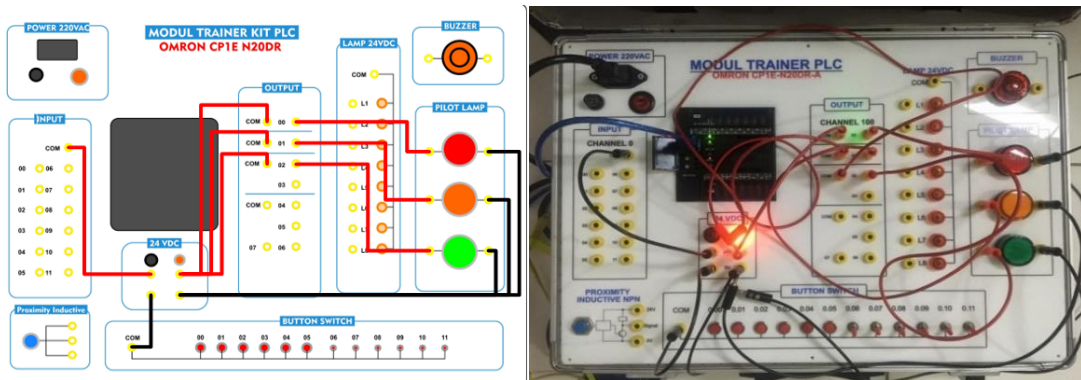
##### 4) Analisis Simulasi (Simulasi *Traffic Light*)

Pada pengujian ini dilakukan pengunggahan *Ladder* dari Cx-Programmer ke *trainer-kit* PLC dengan program simulasi *Traffic Light* sederhana. Hasilnya menunjukkan bahwa *trainer-kit* PLC OMRON dapat berjalan sesuai perintah *Ladder* simulasi

*Traffic Light*, seperti yang ditunjukkan ketika tombol ON (sebagai *input* 0.00) ditekan, *Pilot Lamp* pada blok simulator menyala secara bergantian dengan jeda waktu 5 detik sesuai dengan *Ladder* yang dibuat pada Cx-Programmer. Maka dapat dikatakan *trainer-kit* PLC OMRON lolos uji Tes Simulasi pada *Trainer-kit*.

### 3.4.2 Pengujian dan Analisa *Appearance* Alat *Trainer-kit* PLC Baru (PLC OMRON)

#### 1) Analisis Tes Pemasangan *Banana Cable*



Gambar 3. Pemasangan Kabel *Banana* pada *Trainer-kit* PLC OMRON

Pada gambar 3. diatas menunjukan bahwa *wiring* kabel *banana* *trainer-kit* PLC OMRON dapat dilakukan dengan baik sesuai dengan *wiring diagram* untuk simulasi *Traffict Light* sederhana tanpa adanya kendala pemasangan. Maka dapat dikatakan *trainer-kit* PLC OMRON lolos uji Pemasangan *Banana Cable* di *trainer-kit*.

### 3.4.3 Analisa Tingkat Kelayakan Alat *Trainer-kit* PLC Baru (PLC OMRON)

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui produk (*trainer-kit* PLC) yang dibuat layak menjadi media pembelajaran baru sistem otomasi industri atau masih diperlukannya revisi alat. Pada analisis tingkat kelayakan dilakukan simulasi kelas terbatas berbasis online dengan mengirim presentasi pembelajaran sistem otomasi dengan *trainer-kit* PLC baru (PLC OMRON) dalam bentuk video dengan durasi 30:21 menit. Peserta kelas terbatas merupakan asisten otomasi industri 2019 dan 2020 yang paham sistem otomasi industri ataupun konsep pembelajaran otomasi industri. Setelah dikirim video presentasi peserta menilai dan memberi skor pada kuesioner yang dibagikan pada *google form*.

Alat dinyatakan lolos uji tingkat kelayakan jika nilai pembobotan indikator pernyataan lebih dari nilai tengah jumlah penilaian bobot. Nilai tertinggi pembobotan adalah 56 dihitung dari pembobotan tertinggi (Sangat Setuju = 4) dikalikan dengan jumlah responden (14 responden). Nilai terendah yaitu 14 dari perhitungan pembobotan “Sangat Tidak Setuju” = 1. Sehingga pembobotan indikator pernyataan harus diatas 35 untuk lolos uji tingkat kelayakan produk.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Kuesioner Atau Angket

No	Indikator	STS	TS	S	SS	Jumlah Bobot
		Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3	Bobot 4	
		Jumlah	Jumlah	Jumlah	Jumlah	
1	Pembelajaran sistem otomasi industri lebih mudah dipahami dengan menggunakan media pembelajaran <i>trainer-kit</i> PLC ini.			6	8	50
2	Penggunaan <i>Software</i> monitor Cx-Programmer penyusunan ladder dapat dipahami dengan mudah.	1	3	6	4	41
3	Dengan adanya <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dan wiring diagram mahasiswa dapat memahami sistem wiring (Pengkabelan) dengan lebih mudah.			10	4	46
4	Dengan layout <i>trainer-kit</i> PLC OMRON yang ada <i>trainer-kit</i> dapat dioperasikan tanpa kendala.		3	7	4	43
5	Dengan <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa untuk lebih mendalami sistem otomasi menggunakan PLC.			8	6	48
6	Dengan desain <i>trainer-kit</i> PLC OMRON yang portable alat mudah untuk dipindahkan.			7	7	49
7	Komponen-komponen <i>trainer-kit</i> PLC OMRON semua dapat bekerja sebagai mana fungsinya.			9	5	47
8	Pembelajaran dengan media <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dapat menghemat waktu.			13	1	43
9	<i>Trainer-kit</i> PLC OMRON (baru) lebih baik dari <i>trainer-kit</i> PLC LG GLOFA (lama).		1	9	4	45
10	<i>Software</i> monitor Cx-Programmer (baru) lebih baik dari GMWIN (lama).		2	8	4	44
Jumlah Responden : 14 Jumlah Bobot : STS*1+TS*2+S*3+SS*4						

Dari Tabel 3.4 diatas hasil pembobotan dari semua pertanyaan didapatkan nilai tertinggi Pada pernyataan 1 dengan nilai 50, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat *trainer-kit* PLC OMRON dapat mempermudah pembelajaran sistem otomasi industri dengan anggapan responden bahwa *trainer-kit* PLC OMRON dapat memvisualisasikan sistem kerja PLC baik dari pemrograman, pengaplikasian, penjelasan per blok modul, maupun simulasi yang dapat dijalankan pada komponen hardware PLC itu sendiri menggunakan *trainer-kit* PLC ini. Hasil pembobotan terkecil pada pernyataan 2 tentang penyusunan ladder menggunakan *Software* monitor Cx-Programmer, alasan beberapa responden beranggapan perlu adanya pelatihan kembali dalam pemrograman menggunakan *Software* monitor Cx-Programmer karena perlu ada penyesuaian walaupun dengan logika bahasa pemrograman yang sama (*Ladder*). Sehingga dapat disimpulkan alat *trainer-kit* PLC OMRON layak sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri menggunakan PLC di Teknik Industri UMS. Beberapa faktor yang menjadikan alasan alat *trainer-kit* PLC OMRON layak digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri adalah responden beranggapan bahwa dengan adanya alat ini memudahkan para asisten otomasi maupun mahasiswa praktikum dalam mendalami sistem otomasi industri.



## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian pembuatan dan perancangan alat *trainer-kit* PLC OMRON sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Proses perancangan alat menggunakan pendekatan *Reverse Engineering* yang ditekankan pada langkah *Benchmarking*, diawali dengan melakukan studi literatur, *Focus Group Discussion* dan studi lapangan sebagai dasar melakukan penelitian. Penelitian ini menghasilkan alat *trainer-kit* PLC dengan bentuk case portable ukuran 45 x 35 x 15 mm menggunakan PLC OMRON seri CP1E N20DR, Cx-Programmer sebagai *software* monitor, modul penggunaan alat serta desain layout yang dibagi menjadi 3 blok modul besar, yaitu blok PLC input output, blok simulator dan blok power supply. Pengujian alat dilakukan dengan membagi menjadi 3 pengujian, yang pertama pengujian fungsi untuk mengetahui apakah komponen alat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan. Kedua, pengujian *appearance* untuk mengetahui apakah desain layout alat sesuai dengan rancangan. Ketiga, pengujian tingkat kelayakan untuk mengetahui seberapa layak menjadi media pembelajaran sistem otomasi industri. Berdasarkan pengujian dan analisa alat maka *trainer-kit* PLC OMRON telah memenuhi kriteria kelayakan sehingga alat dinyatakan dapat digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri di Teknik Industri UMS.

### 4.2 Saran

Setelah mampu menyelesaikan penelitian ini, diperoleh beberapa saran yang bisa menjadi saran untuk penelitian selanjutnya :

Diharapkan untuk kedepannya, dapat dilakukan penelitian pengembangan terhadap alat *trainer-kit* PLC OMRON ini dan diharapkan juga dapat menganalisis biaya perencanaan, komponen maupun perakitan dari alat tersebut. Perlunya penambahan port supply power 24V DC pada *trainer-kit*, sehingga lebih memudahkan untuk pemasangan sumber arus komponen simulator serta perlunya buku panduan alur pengkabelan (wiring) pada alat trainer, baik wiring internal maupun eksternal.

Perlunya pengadaan komponen atau peralatan penunjang untuk memudahkan pembuatan maupun perakitan alat dan perlunya juga mahasiswa untuk memahami serta mempelajari cara kerja sistem otomasi dengan kendali PLC, karena hampir semua perusahaan manufaktur saat ini menggunakan sistem kendali PLC.

## DAFTAR PUSTAKA

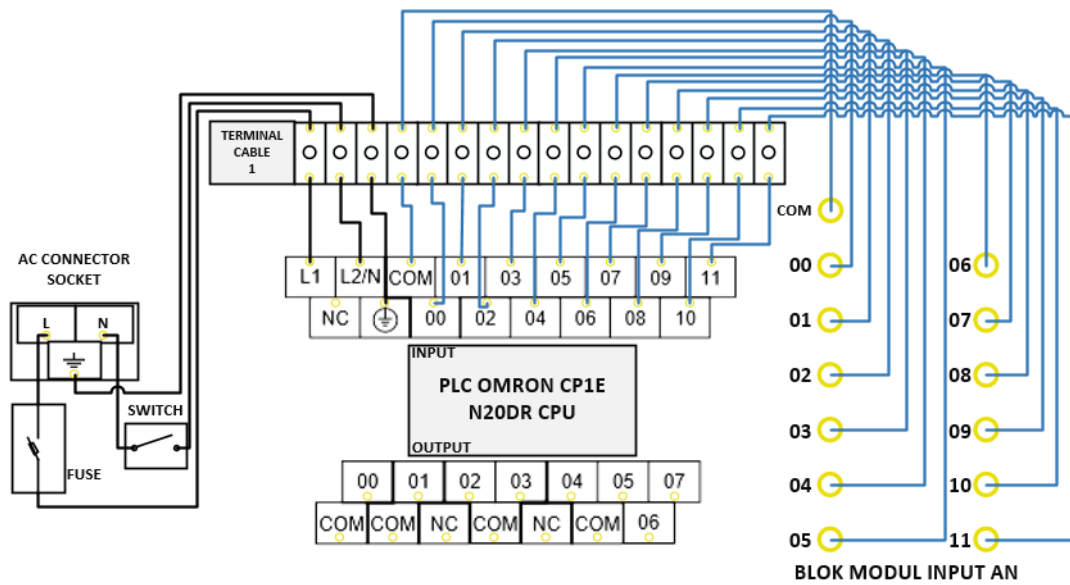
Chikofsky, E. J. dan Cross, J. H. (1990) "Reverse Engineering and Design Recovery: A

- Taxonomy,” *IEEE Software*, 7(1), hal. 13–17. doi: 10.1109/52.43044.
- Cooper, R. (1998) “Benchmarking new product performance: Results of the best practices study,” *European Management Journal*, 16(1), hal. 1–17. doi: 10.1016/S0263-2373(97)00069-8.
- Dewantara, A. B. dan Kholil, M. (2017) “Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing (Studi Kasus: Pt. X),” *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(3), hal. 141–149. doi: 10.24912/jitiuntar.v3i3.465.
- Fitriadi, R., Nugroho, W. dan Basirun, A. R. (2020) “Prosiding IENACO : TRAINER KIT MATERIAL HANDLING CRANE SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN OTOMASI INDUSTRI,” *Prosiding IENACO 2020*, hal. 157–163.
- Ginting, R. (2010) *Perancangan Produk*, Graha Ilmu. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kelvin Erickson (1996) “Ic Controllers,” *IEEE POTENTIALS*, hal. 14–17.
- McDonagh-Philp, D. dan Bruseberg, A. (2000) “Using focus groups to support new product development,” *Institute of Engineering Designers Journal*, 26(5), hal. 4–9.
- Praditya, B. *et al.* (2019) “Perancangan Program Komunikasi Pemasaran Tas Pada Ukm Levaya Menggunakan Metode Benchmarking,” 6(2), hal. 71–79.
- Raharjo, W. (2018) “RANCANG BANGUN ALAT TRAINER OTOMASI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH OTOMASI INDUSTRI PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UMS,” *Eprints UMS*.
- Rahim, A. (2012) “Programmable Logic Controller (PLC) for polymer mixing tank,” *ISCAIE 2012 - 2012 IEEE Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics*, (Iscaie), hal. 136–141. doi: 10.1109/ISCAIE.2012.6482084.
- Sudjana, N. (2009) *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*, Sinarbaru.
- Sunarno (2013) “Reverse Engineering Outer Body Mobil City Car.” Tersedia pada: [http://eprints.ums.ac.id/25755/12/2.\\_NASKAH\\_PUBLIKASI.pdf](http://eprints.ums.ac.id/25755/12/2._NASKAH_PUBLIKASI.pdf).
- Tokhtue (2010) “DUAL ETHERNET PROTOCOL STACK FOR MAXIMUM SPEED ACCESS TO A PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC),” *New York*, 2(12), hal. 1–29.
- Ulrich, K. (2001) *Perancangan dan Pengembangan Produk*, Irwin McGraw-Hill. doi: 10.1016/S1572-5995(08)80028-2.
- Wibowo, B. D. (2006) “Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk DI Program S-1 Teknik Mesin,” *Teknik mesin, UNDIP*, 4(1), hal. 20–31.

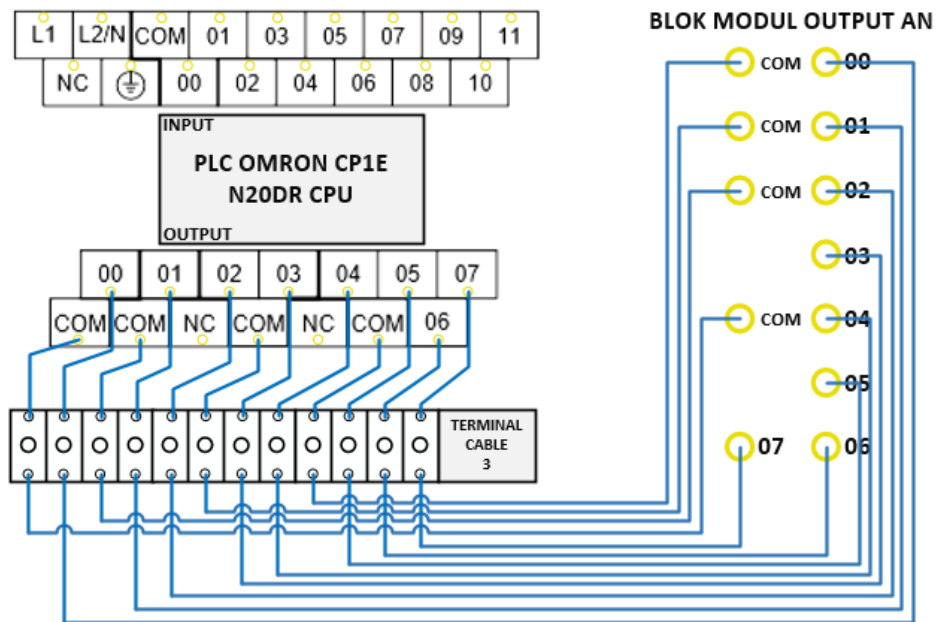
# LAMPIRAN



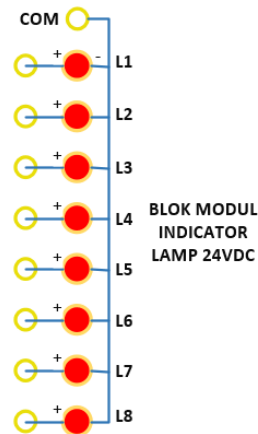
## Lampiran 1. Pembuatan dan Perakitan



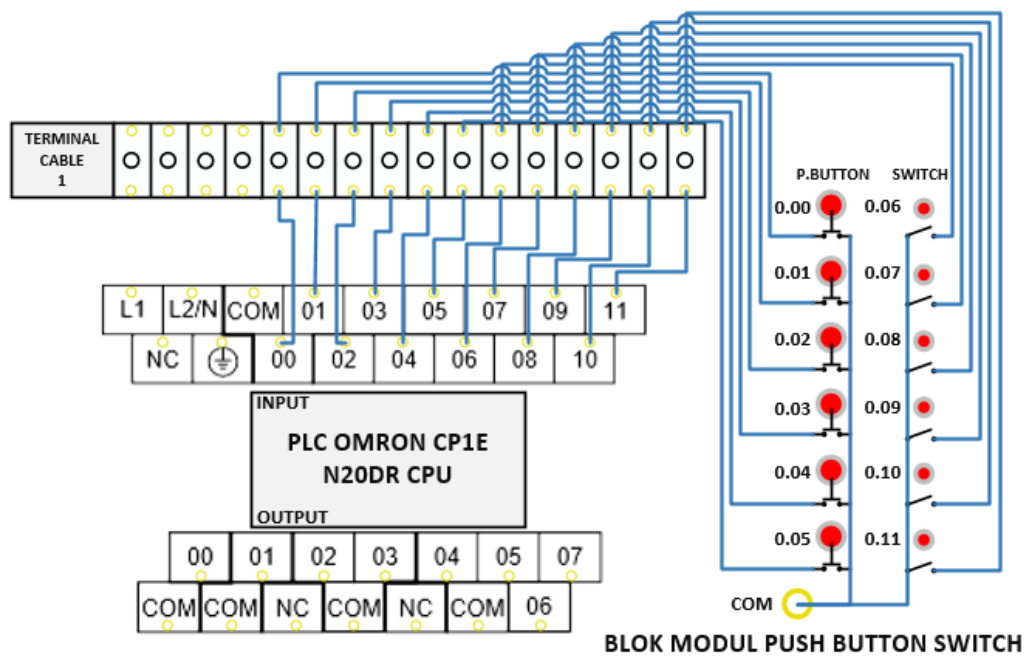
Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul PLC *Input* dan PLC *Power Source*



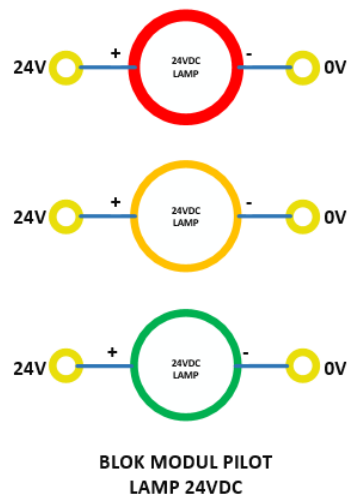
Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul PLC *Output*



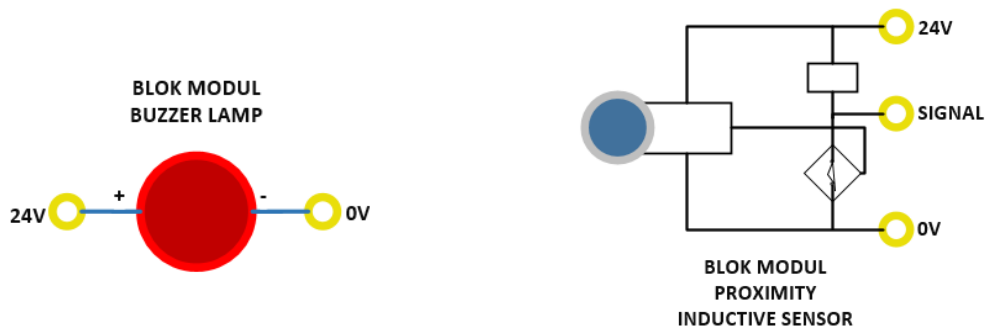
Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul Indicator Lamp



Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul *Button & Switch*



Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul Pilot Lamp 24VDC



Gambar Internal *Wiring* Diagram Blok Modul Buzzer Lamp dengan Proximity Inductive Sensor

## Lampiran 2. Rekapitulasi Google Form Simulasi Kelas Terbatas

Tabel 4.X Materi Kuesioner Simulasi Kelas Terbatas Berbasis Online

No	Indikator Pernyataan	Tanggapan*			
		STS	TS	S	SS
1	Pembelajaran sistem otomasi industri lebih mudah dipahami dengan menggunakan media pembelajaran <i>trainer-kit</i> PLC ini.				
2	Penggunaan <i>Software</i> monitor Cx-Programmer penyusunan <i>ladder</i> dapat dipahami dengan mudah.				
3	Dengan adanya <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dan <i>wiring</i> diagram mahasiswa dapat memahami sistem <i>wiring</i> (Pengkabelan) dengan lebih mudah.				
4	Dengan <i>layout</i> <i>trainer-kit</i> PLC OMRON yang ada <i>trainer-kit</i> dapat dioperasikan tanpa kendala.				
5	Dengan <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa untuk lebih mendalami sistem otomasi menggunakan PLC.				
6	Dengan desain <i>trainer-kit</i> PLC OMRON yang <i>portable</i> alat mudah untuk dipindahkan.				
7	Komponen-komponen <i>trainer-kit</i> PLC OMRON semua dapat bekerja sebagai mana fungsinya.				
8	Pembelajaran dengan media <i>trainer-kit</i> PLC OMRON dapat menghemat waktu.				
9	<i>Trainer-kit</i> PLC OMRON (baru) lebih baik dari <i>trainer-kit</i> PLC LG GLOFA (lama).				
10	<i>Software</i> monitor Cx-Programmer (baru) lebih baik dari GMWIN (lama).				
Saran:					
*Pemberian tanggapan ditandai dengan tanda centang pada kolom : STS: Sangat Tidak Setuju, TS: Tidak Setuju, S: Setuju, SS: Sangat Setuju					

Tabel Rekapitulasi Google Form Simulasi Kelas Terbatas

NO	NAMA	Asisten Otomasi	NIM	Indikator Pernyataan									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	RIZKA AMALIA G.	2020	D600170022	SS	SS	S	SS	S	S	SS	S	S	S
2	APERILOSSA I T	2020	D600170055	S	TS	SS	S	S	SS	SS	S	S	SS
3	Atria Tri H	2019	D600160096	SS	S	S	TS	SS	SS	S	S	SS	SS
4	Calvin Athallaric	2020	D600170026	SS	S	S	SS	S	S	S	S	S	S
5	Galih Bagus P	2019	D600160129	S	SS	S	TS	SS	S	S	S	S	S
6	Indah Prasetya N	2019	D600160123	SS	STS	SS	SS	S	S	SS	S	S	S
7	M. Irfan F.	2019	D600160006	S	S	S	S	S	SS	S	S	TS	SS
8	Mohamad Joehan	2020	D600170058	S	TS	S	S	S	S	S	S	S	S
9	Muh Khassin K.	2019	D600160090	SS	S	SS	SS	SS	S	SS	SS	SS	S
10	M. Kuntoro C P	2020	D600170101	SS	SS	S	TS	SS	SS	S	S	S	SS
11	NAWALIA	2019	D600160115	S	TS	S	S	S	S	SS	S	SS	TS
12	Rahmad Nawawi	2020	D600170122	SS	S	S	S	S	SS	S	S	S	S
13	Sistika Dewi	2020	D600170128	S	SS	SS	S	SS	SS	S	S	SS	TS
14	Yusakh Ianovic	2019	D600160105	SS	S	S	S	SS	SS	S	S	S	S



### Lampiran 3. Hasil Rekap *Focus Group Discussion*

Tabel Rekap Hasil FGD








No	Ahli	Hasil FGD
1	Ratnanto Fitriadi (Dosen Pembimbing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam dunia engineering, khususnya industrial engineering, continuous improvement sangat diperhatikan untuk meningkatkan dalam segala aspek industri. Kita sebagai mahasiswa teknik industri juga harus menerapkan hal tersebut.</li> <li>• Media pembelajaran <i>trainer-kit</i> PLC laboratorium industri perlu diperbarui karena PLC yang digunakan (PLC GLOFA) sudah jarang dipakai di dunia industri, sehingga sudah tidak relevan lagi.</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan untuk monitoring PLC juga sudah kurang <i>support</i> dengan OS komputer pada laboratorium industri.</li> <li>• Diharapkan perancangan dan pembuatan <i>trainer-kit</i> sesuai dengan alur penelitian yang dilakukan.</li> <li>• Untuk pembuatan <i>trainer-kit</i> baru diharapkan menggunakan komponen-komponen terbaru seperti yang digunakan pada <i>trainer-kit</i> pembelajaran yang lebih advance ditempat pembelajaran sistem otomasi di tempat lain</li> <li>• Pembuatan <i>layout</i> komponen-komponen port <i>trainer-kit</i> PLC diharapkan berdasarkan kenyamanan dan kemudahan pada saat proses <i>wiring</i> untuk pengajaran.</li> <li>• <i>Layout</i> dibuat sederhana untuk memudahkan dalam proses pengajaran serta pemahaman dari para praktikan. Serta penambahan simulator sebagai gambaran penerapan fungsi PLC pada alat lain.</li> <li>• Kemudahan maintenance juga perlu diperhatikan dalam pembuatan <i>trainer-kit</i> baru. Jika memungkinkan dibuat juga buku panduan maintenance.</li> </ul>
2	Asisten Otomasi Industri 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu adanya pembaruan terhadap media pembelajaran khususnya sistem otomasi menggunakan PLC, karena PLC yang digunakan sudah usang dan sudah tidak relate dengan <i>Software</i> ataupun <i>Hardware</i> pendukung di laboratorium industri.</li> <li>• Sering terjadi crash pada <i>Software</i> monitor yang digunakan untuk PLC GLOFA. Sehingga memakan waktu troubleshooting problem cukup lama dan memakan waktu saat pembelajaran berlangsung</li> <li>• <i>Layout trainer-kit</i> lama (<i>trainer-kit</i> PLG GLOFA) terlalu kecil sehingga lumayan sulit untuk menjelaskan pada saat <i>wiring cable</i>.</li> <li>• Tidak adanya <i>wiring</i> diagram dan pelabelan yang tidak mendetail menyulitkan saat akan dilakukan maintenance <i>trainer-kit</i> ketika terjadi problem.</li> <li>• Diharapkan <i>trainer-kit</i> baru menggunakan PLC dengan logika pemrograman yang sama, sehingga tidak merubah alur pengajaran dari awal.</li> </ul>





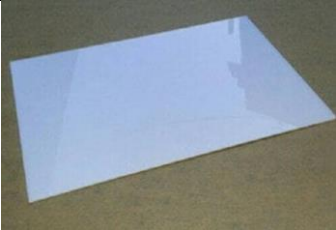


		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul pembelajaran sistem otomasi dengan <i>trainer-kit</i> yang baru diharapkan untuk alur yang diajarkan sama karena sudah cukup efektif.</li> <li>• Diharapkan menggunakan aplikasi yang compatible dengan OS sekarang dan masih <i>support</i> untuk OS mendatang</li> <li>• Desain tetap harus <i>portable</i> agar mudah untuk dipindahkan dan lebih praktis</li> <li>• Penambahan modul simulasi sensor untuk memudahkan logika pemahaman sensor.</li> <li>• Untuk pengkabelan internal diharapkan sesederhana dan seaman mungkin.</li> </ul>
3	Muhammad Fatih (Asisten Elektro 2018 Teknik Elektro UMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam perakitan kabel alangkah baiknya menggunakan terminal kabel</li> <li>• Diharapkan modul <i>inputan</i> dan <i>outputan</i> dibuat blok yang dipisah agar memudahkan dalam pemasangan kabel jack B dan memudahkan pembelajaran.</li> <li>• Penggunaan modul <i>converter</i> AC ke DC sangat diperlukan untuk <i>supply power</i> PLC ataupun modul simulasi (simulator).</li> <li>• Untuk modul simulasi <i>inputan</i> bisa menggunakan push <i>button</i>, <i>toggle switch</i> atau <i>button switch</i>.</li> <li>• Jika tidak memungkinkan desain blok modul modular, desain <i>layout</i> dibuat tidak berhimpitan.</li> <li>• PLC merk OMRON lumayan banyak digunakan untuk sistem pembelajaran otomasi industri untuk pemula, penamaan komponen <i>ladder</i> lebih detail namun sederhana, mungkin menjadi salah satu alasan OMRON lumayan banyak digunakan</li> <li>• Dalam dunia industri manufaktur juga sering kali memakai PLC OMRON ini.</li> <li>• Untuk pembuatan <i>board</i> panel <i>trainer-kit</i> dapat menggunakan akrilik atau opsi lebih murah nya dapat menggunakan kayu.</li> </ul>

#### Lampiran 4. Komponen yang Digunakan

Tabel Komponen yang Digunakan Untuk Pembuatan Alat

No	Komponen	Gambar	Keterangan
1	PLC OMRON CP1E N20DR		Sebagai CPU pengendali otomasi dengan Bahasa pemrograman Ladder
2	Socket 220AC		Digunakan sebagai socket kabel 220AC untuk sumber power <i>trainer-kit</i>
3	Fuse		Digunakan untuk pengaman jika terjadi arus pendek pada sumber power 220AC dan 24VDC
4	Saklar ON/OFF		Digunakan sebagai saklar untuk memutus dan menyambung arus AC sebagai sumber power <i>trainer-kit</i>
5	Kabel Power 220AC		Digunakan sebagai penyalur sumber arus AC dari Power Source ke <i>trainer-kit</i>

No	Komponen	Gambar	Keterangan
6	Kabel PLC to USB type B		Digunakan untuk menghubungkan PLC dengan PC untuk keperluan programming, upload dan download ladder
7	Pin Connector		Digunakan sebagai connector <i>banana</i> cable pada saat proses wiring untuk simulator
8	Kabel <i>Banana</i>		Digunakan untuk menyambungkan antara pin PLC dengan komponen simulasi ataupun sumber tegangan 24VDC
9	AC to DC Converter		Digunakan untuk mengubah sumber arus AC menjadi DC untuk sumber power input output an
10	Button Switch		Digunakan sebagai simulasi inputan PLC dalam bentuk tombol dan switch
11	Pilot Lamp 10mm 24VDC		Digunakan sebagai indicator simulasi outputan PLC
12	Pilot Lamp 45mm 24VDC		Digunakan sebagai simulasi outputan simulasi PLC (Traffic Light)

No	Komponen	Gambar	Keterangan
13	Sensor Proximity		Digunakan sebagai simulasi input an PLC dalam bentuk sensor
14	Buzzer Lamp 24VDC		Digunakan sebagai simulasi output an dalam bentuk Buzzer Lamp (Warning Lamp)
15	Terminal Cable		Digunakan untuk cable mananging agar wiring internal kabel lebih rapi dan memudahkan saat maintenance
16	Kabel Serabut		Digunakan untuk menghubungkan komponen internal
17	Panel Akrilik		Sebagai papan layout untuk memudahkan pemasangan dan pembelajaran
18	Skun Y		Digunakan untuk memudahkan penyambungan kabel serabut
19	Koper Hard Case Krisbow		Sebagai wadah inti dalam pembuatan <i>trainer-kit</i> PLC OMRON yang portable



### Lampiran 3. Dokumentasi



Gambar Studi Lapangan Materi Benchmarking ke Teknik Elektro UMS



Gambar Perakitan *Trainer-kit* PLC OMRON